



①⑨ **BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND**



**DEUTSCHES
PATENT- UND
MARKENAMT**

⑫ **Gebrauchsmusterschrift**
⑩ **DE 200 07 581 U 1**

⑤① Int. Cl. 7:
F 04 D 13/02
F 04 D 29/40
F 04 D 29/08
F 03 B 13/10
H 02 K 1/06
A 61 M 1/00

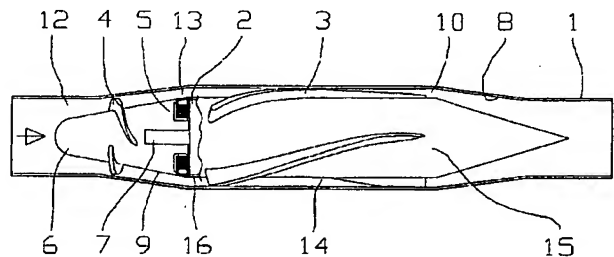
②① Aktenzeichen: 200 07 581.0
②② Anmeldetag: 19. 4. 2000
④⑦ Eintragungstag: 19. 10. 2000
④③ Bekanntmachung
im Patentblatt: 23. 11. 2000

DE 200 07 581 U 1

- ⑥⑥ Innere Priorität:
199 18 840. 8 20. 04. 1999
- ⑦③ Inhaber:
Mediport Kardiotechnik GmbH, 12247 Berlin, DE
- ⑦④ Vertreter:
Patentanwälte Gulde Hengelhaupt Ziebig, 10117
Berlin

⑤④ **Vorrichtung zur axialen Förderung von fluiden Medien**

- ⑤⑦ Vorrichtung zur axialen Förderung von fluiden Medien bestehend aus einer rohrförmigen Hohlkörperanordnung, in deren Förderbereich ein in Rotation versetzbares Laufrad (9) mit Beschaufelung und Fluid-Leiteinrichtungen angeordnet sind, dadurch gekennzeichnet, daß in einem rohrförmigen Hohlkörper (1) der Hohlkörperanordnung ein Motor (2), mindestens ein in Rotation versetzbares Laufrad (9) und mindestens eine Motorhalterung (14) angeordnet sind, wobei das Laufrad (9) mit dem Motor (2) kraft- und/oder formschlüssig axial verbunden ist.



DE 200 07 581 U 1

Vorrichtung zur axialen Förderung von fluiden Medien

Beschreibung

Die Erfindung bezieht sich auf eine Vorrichtung zur axialen Förderung von fluiden Medien gemäß dem Oberbegriff des Anspruches 1.

Gattungsgemäße Vorrichtungen finden vorzugsweise Anwendung als Pumpe zur schonenden Förderung von Körperflüssigkeiten in der Medizin, bei chemischen, biologischen und/oder biochemischen Verfahren. Besondere Bedeutung haben diese Pumpen als Blutpumpen zur Unterstützung eines erkrankten Herzens, die in den Brustraum eines Patienten implantierbar sind.

In der Veröffentlichung Heart Replacement Artificial Heart 5, Seiten 245-252, Springer Verlag Tokyo 1996, Herausgeber T. Akutso und H. Koyagani, ist eine axial fördernde Blutpumpe zur Unterstützung eines erkrankten Herzens beschrieben worden. Diese Blutpumpe besitzt ein rotierendes Laufrad mit einer Beschaufelung, das innerhalb eines blutführenden Rohres gelagert und mittels eines Elektromotors angetrieben wird. Hierzu ist das Laufrad als Rotor des Elektromotors ausgebildet und über an der Beschaufelung angebrachte Magnete mit dem außerhalb des Rohres angebrachten Stator des Elektromotors gekoppelt. Eine derartige Anordnung ist auch aus der US 4,957,504 bekannt. Vor und hinter dem Laufrad sind jeweils gehäusefest eine Leiteinrichtung mit Leitgitter angeordnet, die der Strömungsbeeinflussung dienen. Diese dort beschriebene Pumpe weist verschiedene Nachteile auf. Durch die räumliche Trennung im Motor, von

DE 200 07 581 01

2

Stator und Rotor des Elektromotors entstehen nicht unerhebliche Verluste bezüglich der Leistung des Elektromotors. Ein weiterer Nachteil entsteht durch die Anordnung des Stators des Elektromotors außerhalb des blutführenden Rohres. Die dadurch unvermeidliche Volumenvergrößerung der Gesamtvorrichtung kann die Implantierbarkeit beeinträchtigen. Weiterhin erfährt das geförderte Blut in nicht unerheblichem Ausmaße eine Traumatisierung und Schädigung. Das ist insbesondere zurückzuführen auf Scherungen und Verwirbelungen des Blutes, hervorgerufen durch Spalte zwischen dem äußeren Rand der Beschaufelung und der Innenseite des umgebenden blutführenden Rohres als auch durch die Anordnung von axialen Lagern.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine Vorrichtung zur axialen Förderung von fluiden Medien anzubieten, deren äußerer Durchmesser nicht oder nur unwesentlich größer als der Durchmesser des fluidführenden Rohres ist und die eine Scherung und Verwirbelung des Fluides weitestgehend vermindert.

Die Aufgabe wird erfindungsgemäß durch eine Vorrichtung mit den kennzeichnenden Merkmalen des Anspruchs 1 gelöst.

Bevorzugte und vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung sind in den Unteransprüchen angegeben.

Die Erfindung sieht vor, in den rohrförmigen fluidführenden Hohlkörper einen Motor, der z. B. als Elektromotor ausgebildet sein kann, das Laufrad und eine Halterung für den Motor, die als Leitrad ausgebildet sein kann, anzuordnen. Das Laufrad ist hierbei mit dem Motor kraft- und/oder formschlüssig axial verbunden.

DE 200 07 581 01

8 19 04 00

3

In einer Weiterbildung der Erfindung ist ein Elektromotor in einem Leitrad integriert. Die Stromzuführung erfolgt z. B. über Halterungen des Leitrades an der Innenwandung des rohrförmigen fluidführenden Hohlkörpers. Der sich zwischen dem Laufrad und dem Elektromotor ausbildende Nabenspalt ist mittels einer Dichtung, insbesondere einer Magnetflüssigkeitsdichtung zum Motor hin abgedichtet. Durch die Anordnung einer Magnetflüssigkeitsdichtung im Nabenspalt kann das sonst übliche Durchströmen des Spaltes verhindert werden, so daß damit normalerweise verbundene Scherungen und Wirbelbildungen weitestgehend unterbunden werden. Kombinationen mit weiteren an sich bekannten Dichtungen sind möglich.

Weiterhin vermeidet die erfindungsgemäße Lösung eine Lagerung des Laufrades in den durchströmten Bereichen. Die Lagerung des Laufrades erfolgt ausschließlich auf der Motorwelle, so daß im Zusammenwirken mit der Magnetflüssigkeitsdichtung ein Kontakt der Lagerung mit dem durchströmenden Fluid nicht möglich ist.

Ein weiterer Vorteil der erfindungsgemäßen Lösung ergibt sich daraus, daß praktisch keine Totwassergebiete im Bereich des Laufrades und des Leitrades vorhanden sind. Mögliche vorhandene Totwassergebiete im Nabenspalt zwischen Laufrad und Elektromotor sind durch die Anordnung der Magnetflüssigkeitsdichtung in die äußeren Bereiche des Nabenspaltes minimierbar.

Die erfindungsgemäß im Nabenspalt angeordnete Magnetflüssigkeitsdichtung zeigt keinen Abrieb und ist verschleiß- und reibungsarm. Magnetflüssigkeiten sind stabile Dispersionen mit superparamagnetischen Eigenschaften. Die Dispersionen bestehen im allgemeinen aus der magnetischen Komponente, aus amphiphilen Zusätzen und einer Trägerflüssigkeit. Als magnetische Komponente werden ferri- oder ferromagnetische Teilchen verwendet,

DE 200 07 581 U1

8 19.04.00

4

deren Teilchengröße zwischen 3 und 50 nm liegt. Die Teilchen erhalten durch die sogenannten amphiphilen Zusätze entweder hydrophile oder hydrophobe Eigenschaften und können dadurch homogen entweder in wässrigen oder organischen Trägerflüssigkeiten feinverteilt werden. Als Trägerflüssigkeit kann demzufolge eine Flüssigkeit gewählt werden, die je nach zu förderndem Fluid keine Wechselwirkungsbereitschaft zeigt. Die Zusammensetzung der Magnetflüssigkeit richtet sich nach dem zu fördernden Fluid, nach dem die erwünschte Sättigungsmagnetisierung, die Viskosität und die chemische Zusammensetzung festgelegt wird. Die Sättigungsmagnetisierung bestimmt die Wechselwirkung der Magnetflüssigkeit und Magnetfeld. Je stärker die Magnetisierung ist, um so größere Druckunterschiede kann die Magnetflüssigkeitsdichtung bei sonst gleicher Magnetanordnung aushalten.

Vorteilhafterweise können die Magnetflüssigkeitsdichtungen mit unterschiedlichen Trägerflüssigkeiten ausgestattet werden. Das Spektrum der einsetzbaren Flüssigkeiten reicht von Wasser oder mit Wasser mischbaren Flüssigkeiten bis zu ölartigen, in Wasser unlösbaren Flüssigkeiten. Der Charakter der Trägerflüssigkeit kann dadurch dem Charakter des durch die Rohrleitungen zu transportierendem fluiden Medium angepaßt werden. Werden beispielsweise wässrige Fluide gefördert, ist es zweckmäßig, eine Magnetflüssigkeit auf Ölbasis als Dichtungsmittel einzusetzen und umgekehrt. Der Grad der Wechselwirkungen zwischen Fluid und Magnetflüssigkeit geht hierbei mit Unterstützung der Wirkung des magnetischen Feldes gegen Null, was insbesondere beim Fördern und Transportieren von biologischen und sonstigen empfindlichen Fluiden wie z. B. Blut von außerordentlichem Vorteil ist.

Die Möglichkeit, Magnetflüssigkeit auf Basis perfluorierten Polyethern einzusetzen, erlaubt es sogar,

DE 200 07 581 U1

B 19.04.00

5

Öl-in-Wasser- bzw. Wasser-in-Öl-Emulsionen, die hydrophile und hydrophobe Eigenschaften aufweisen und damit mit einer ölartigen bzw. wässrigen Trägerflüssigkeit in Wechselwirkung treten könnten, mit der erfindungsgemäßen Vorrichtung zu fördern.

Diese Dichtung hat sich als außerordentlich reibungsarm erwiesen, so daß der Energieaufwand zu Erzeugung einer axialen Rotation stark minimiert werden kann und eine unzulässige Erwärmung des zu fördernden Mediums nicht auftritt.

Die Erfindung wird nachfolgend anhand einer Zeichnung mit Bezugnahme auf die Figuren näher erläutert.

Es zeigen:

Fig. 1 eine Blutpumpe mit im Leitrad integriertem Elektromotor,

Fig. 2a

bis

Fig. 2l verschiedene schematische Ausgestaltungen der Dichtung im Nabenspaltbereich.

Fig. 1 zeigt schematisch eine axiale Blutpumpe. In einem rohrförmigen Hohlkörper 1 ist ein Laufrad 9 und ein Leitrad 14 angeordnet. Im Leitrad 14 ist ein Elektromotor 2 integriert. Eine Motorwelle 7 des Elektromotors 2 ist mit dem Laufrad 9 verbunden. Zwischen Laufrad 9 und Elektromotor 2 ist eine berührungsfreie Zone, der Nabenspalt 13 vorgesehen. Der Nabenspalt 13 wird mittels einer Dichtung 5 zum durchströmenden fluiden Medium abgedichtet. Das eigentliche Dichtmedium ist eine Magnetflüssigkeit 31, die mittels einer Magnetanordnung 30 im Nabenspalt 13 fixiert wird. Der Elektromotor 2 treibt über die Motorwelle 7 das Laufrad 9 an. Die

DE 200 07 581 U1

DE 20007581 U1

6

Stromversorgung des Elektromotors 2 erfolgt über hier nicht dargestellte Leitungen durch die Halterungen, die hier als Leitradschaukeln 3 fungieren, an einer Innenrohrwand 8. Im Bereich des Leitrades 14 ist der rohrförmige Hohlkörper 1 mit erweitertem Durchmesser ausgeführt. Beim Fördervorgang befördern Laufradschaukeln 4 das Blut an einer Nabe 6 vorbei in den Rotationsspalt 12, der im Bereich des Leitrades 14 in den Durchströmungsbereich übergeht. Das mittels der Laufradschaukeln 4 in Rotation versetzte Blut wird im Bereich der Leitradschaukeln 3 in axiale Richtung umgelenkt und strömt an einer Leitradnabe 15 vorbei in den rohrförmigen Hohlkörper 1.

Fig. 2a bis Fig. 2l zeigen verschieden ausgeführte Dichtungen 5. Die Dichtung 5 ist sowohl in einem Laufradkopf 17 und einem Leitradkopf 16 angeordnet. Laufradkopf 17 und Leitradkopf 16 sind durch den Nabenspalt 13 voneinander getrennt. Im wesentlichen besteht die Dichtung 5 aus einer Magnetanordnung 30 mit Polschuhen 33 und 34, wobei ein Polschuh immer abgeteilte Bereiche 33a oder 34a unter Bildung eines Nebenspalt 35 aufweist, und einer Magnetflüssigkeit 31, die in einem durch die Polschuhe 33 bzw. 33a und 34 bzw. 34a gebildeten Ringspalt angeordnet ist. Der Nebenspalt 35 ist von seiner Größe so ausgebildet, daß eine Übertragung des Magnetfeldes vom Polschuh 33 bzw. 34 auf einen Polschuh 33a bzw. 34a möglich ist und die freie Rotation des Laufrades 9 nicht behindert wird.

Die Abdichtung des Ringspalt 36 mit der Magnetflüssigkeit 31 erfolgt in den unterschiedlichen Darstellungen radial oder axial. Entsprechend ausgebildet ist auch der Nebenspalt 35.

DE 20007581 U1

B 19.04.00

7

Bezugszeichenliste

1	Hohlkörper
2	Elektomotor
3	Leitradschaufel
4	Lauftradschaufel
5	Dichtung
6	Lauftradrabe
7	Motorwelle
8	Innenrohrwand
9	Lauftrad
10	Durchströmungsbereich
11	Stromzuführung
12	Rotationsspalt
13	Nabenspalt
14	Leitrad
15	Leittradrabe
16	Leitradkopf
17	Lauftradrkopf
30	Magnetanordnung
31	Magnetflüssigkeit
32	Magnet
33	Polschuh
33a	
34	Polschuh
34a	
35	Nebenspalt
36	Ringspalt
37	Stirnfläche
38	Stirnfläche

DE 200 07 581 U1

B 19.04.00

Schutzansprüche

1. Vorrichtung zur axialen Förderung von fluiden Medien bestehend aus einer rohrförmigen Hohlkörperanordnung, in deren Förderbereich ein in Rotation versetzbares Laufrad (9) mit Beschaufelung und Fluid-Leiteinrichtungen angeordnet sind, dadurch gekennzeichnet, daß in einem rohrförmigen Hohlkörper (1) der Hohlkörperanordnung ein Motor (2), mindestens ein in Rotation versetzbares Laufrad (9) und mindestens eine Motorhalterung (14) angeordnet sind, wobei das Laufrad (9) mit dem Motor (2) kraft- und/oder formschlüssig axial verbunden ist.
2. Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Motorhalterung als Leitrad (14) ausgebildet ist.
3. Vorrichtung nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß der Motor (2) als Elektromotor ausgebildet ist.
4. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß der Elektromotor (2) in ein Leitrad (14) integriert ist.

DE 200 07 581 U1

B 19.04.00

9

5. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 4,
dadurch gekennzeichnet, daß
das Leitrad (14) an einer Innenrohrwand (8) des
rohrförmigen Hohlkörpers (1) gehalten ist.
6. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 5,
dadurch gekennzeichnet, daß
die Halterung des Leitrades (14) eine Stromzuführung
(11) aufweist.
7. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 6,
dadurch gekennzeichnet, daß
die Halterungen des Leitrades (14) als
Leitrad-schau-feln (3) ausgebildet sind.
8. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 7,
dadurch gekennzeichnet, daß
ein von der motorseitigen Stirnseite des Laufrades
(9) und von der laufradseitigen Stirnseite des
Leitrades (14) ausgebildeter Nabenspalt (13)
mindestens eine ringförmige Dichtung (5) aufweist.
9. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 8,
dadurch gekennzeichnet, daß
die Dichtung (5) als Magnetflüssigkeitsdichtung
ausgebildet ist.
10. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 9,
dadurch gekennzeichnet, daß
die Dichtung (5) aus einer Magnetanordnung (30) und
einer von ihr fixierten Magnetflüssigkeit (31)
besteht.

DE 200 07 581 U1

11. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 10,
dadurch gekennzeichnet, daß
die Magnetanordnung (30) aus einem Magnet (32) und
zwei einen Ringspalt (36) bildenden, eine
unterschiedliche magnetische Polung aufweisenden
Polschuhen (33, 34) besteht, zwischen deren
Stirnflächen (37, 38) die Magnetflüssigkeit (31)
angeordnet ist, wobei Magnet (32), Polschuh (33)
und/oder Polschuh (34) am Laufrad (9) und/oder am
Elektromotor (2) fixiert sind.
12. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 11,
dadurch gekennzeichnet, daß
ein Polschuh (33 oder 34) zweiteilig, durch einen
Nebenspalt (35) getrennt, ausgebildet ist.
13. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 12,
dadurch gekennzeichnet, daß
die den Ringspalt (36) begrenzenden Stirnflächen
(37, 38), zwischen denen die Magnetflüssigkeit (31)
angeordnet ist, zueinander spiegelsymmetrisch
ausgebildet sind.
14. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 13,
dadurch gekennzeichnet, daß
die den Ringspalt (36) begrenzenden Stirnflächen (37,
38) zueinander nicht symmetrisch ausgebildet sind.
15. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 14,
dadurch gekennzeichnet, daß
die Stirnflächen (37, 38) umlaufend gefertigte
Vertiefungen und/oder Erhöhungen aufweisen.

B 19.04.00

11

16. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 15,
dadurch gekennzeichnet, daß
die Stirnflächen (37, 38) eine plane Ausbildung
aufweisen.
17. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 16,
dadurch gekennzeichnet, daß
die Stirnflächen (37, 38) parallel zueinander
angeordnet sind.
18. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 17,
dadurch gekennzeichnet, daß
die Stirnflächen (37, 38) nicht parallel angeordnet
sind.
19. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 18,
dadurch gekennzeichnet, daß
die Stirnflächen (37, 38) bezogen auf die
Ringspaltachse rechtwinklig angeordnet sind.
20. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 19,
dadurch gekennzeichnet, daß
die Stirnflächen (37, 38) bezogen auf die
Ringspaltachse spitz- und/oder stumpfwinklig
angeordnet sind.
21. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 20,
dadurch gekennzeichnet, daß
die Stirnflächen (37, 38) rundum konkav und/oder
konvex gewölbt sind.

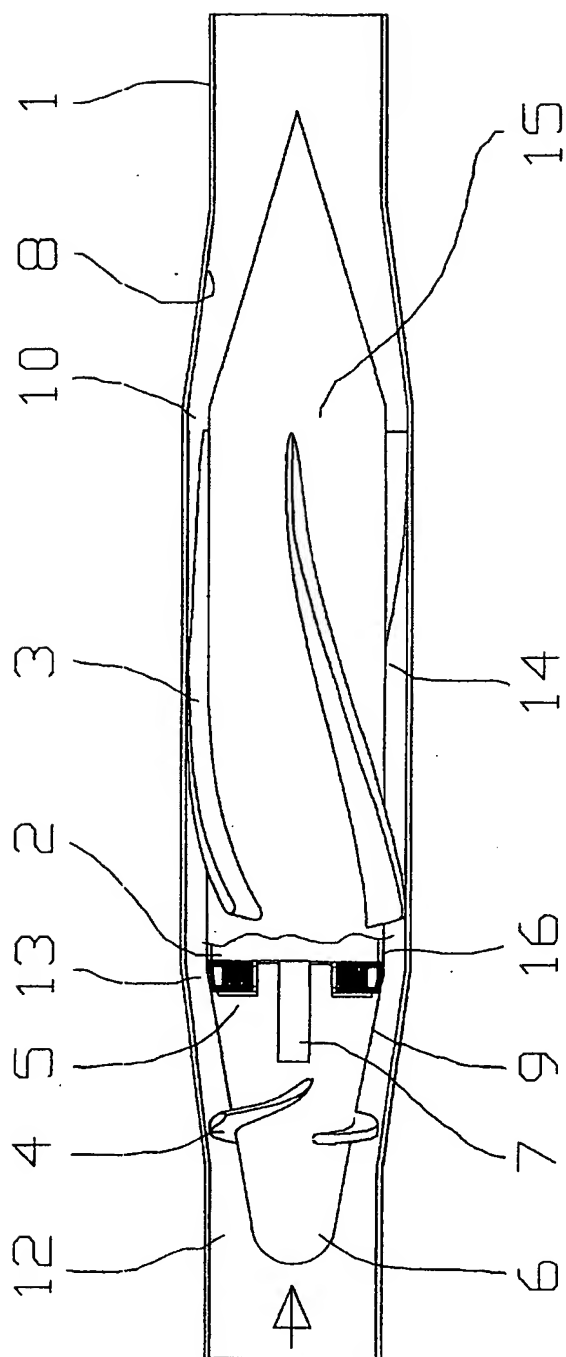
DE 200 07 581 U1

B 19.04.00

12

22. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 21,
dadurch gekennzeichnet, daß
die Magnete (32) der Magnetanordnung (30) als
Permanent- oder Elektromagnete ausgebildet sind.
23. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 22,
dadurch gekennzeichnet, daß
die Magnetflüssigkeitsdichtung mit mindestens einer
an sich bekannten Dichtung kombiniert ist.

DE 200 07 581 U1



1947

B 19.04.00

2/5

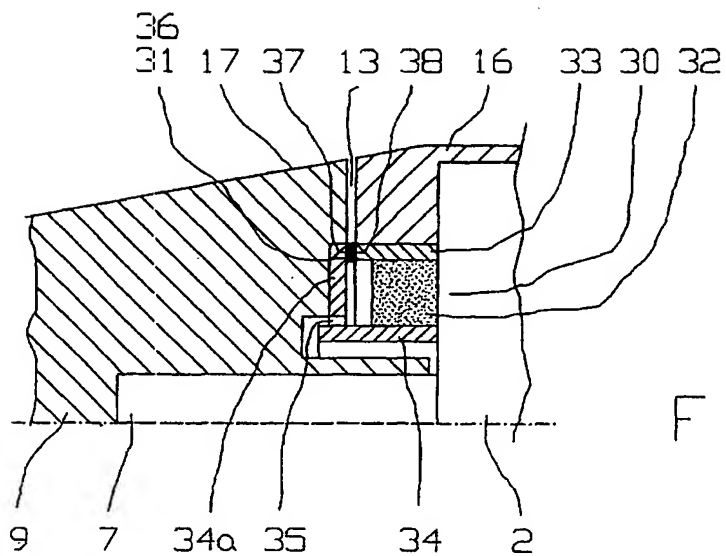


Fig. 2a

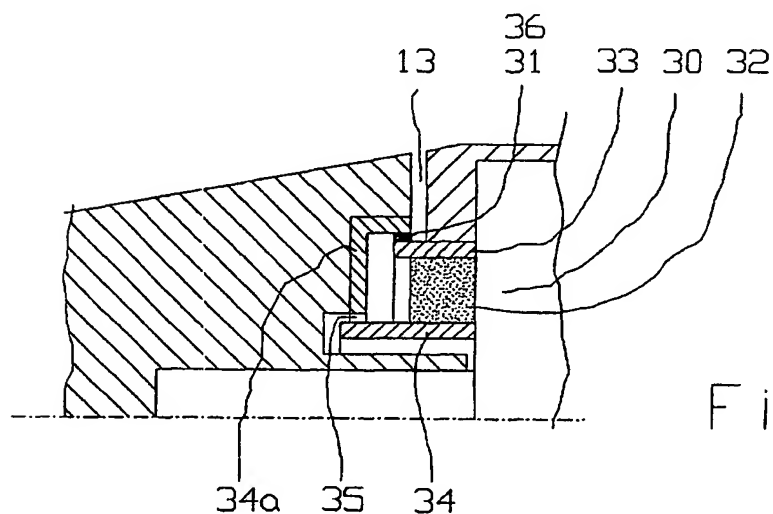


Fig. 2b

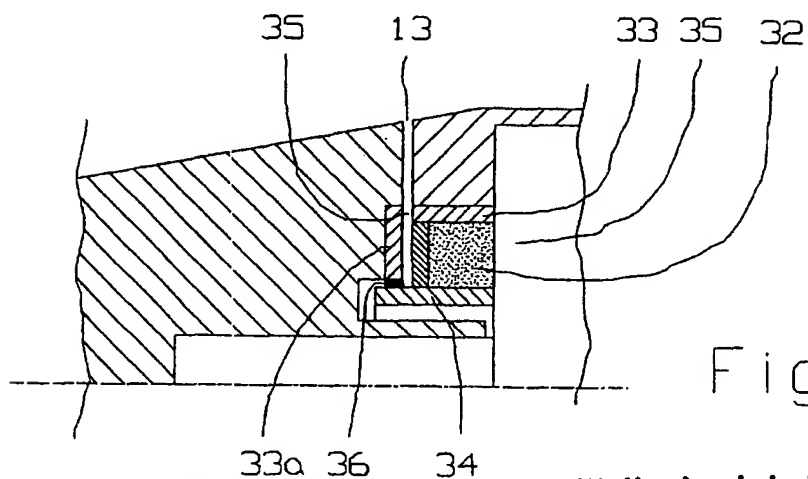


Fig. 2c

DE 200 07 581 U1

B 19.04.00

3/5

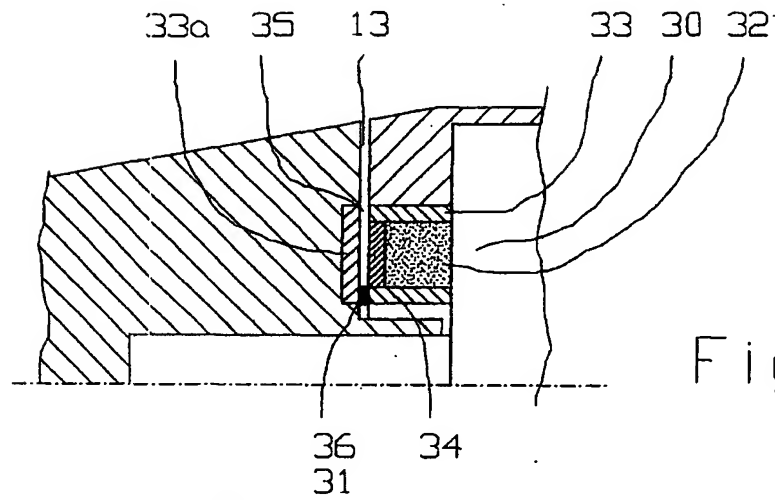


Fig. 2d

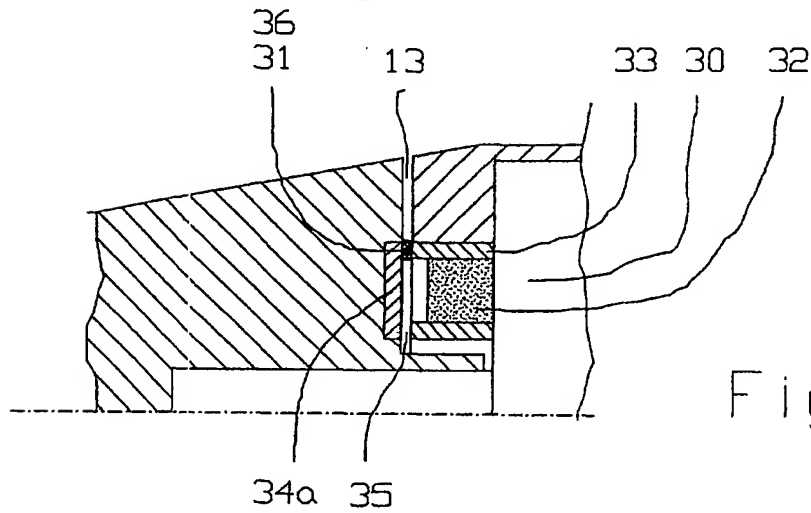


Fig. 2e

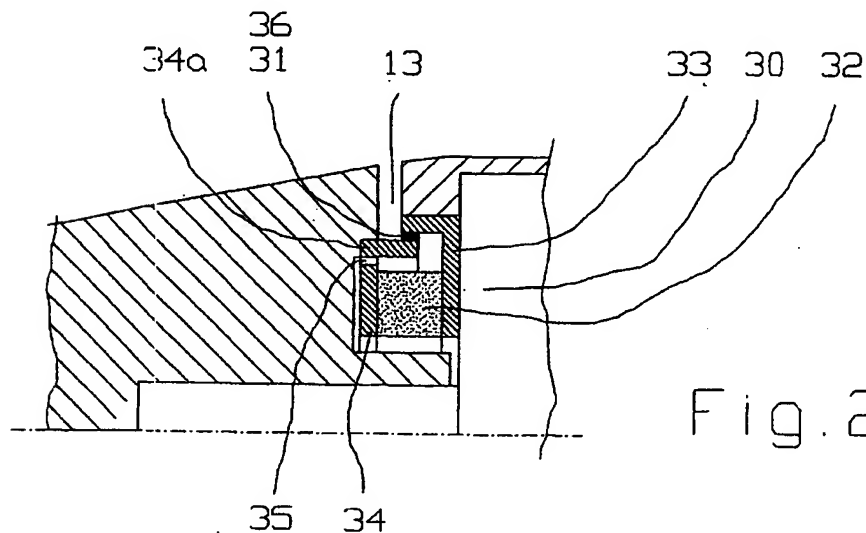
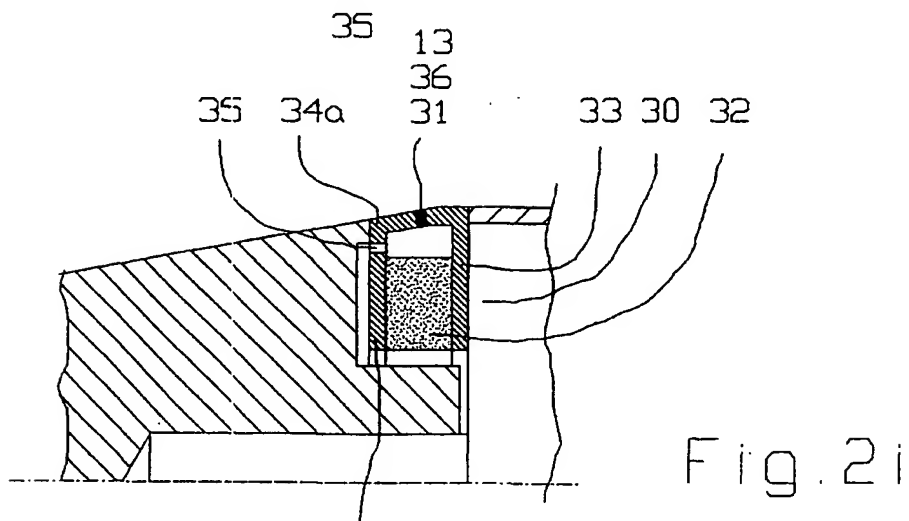
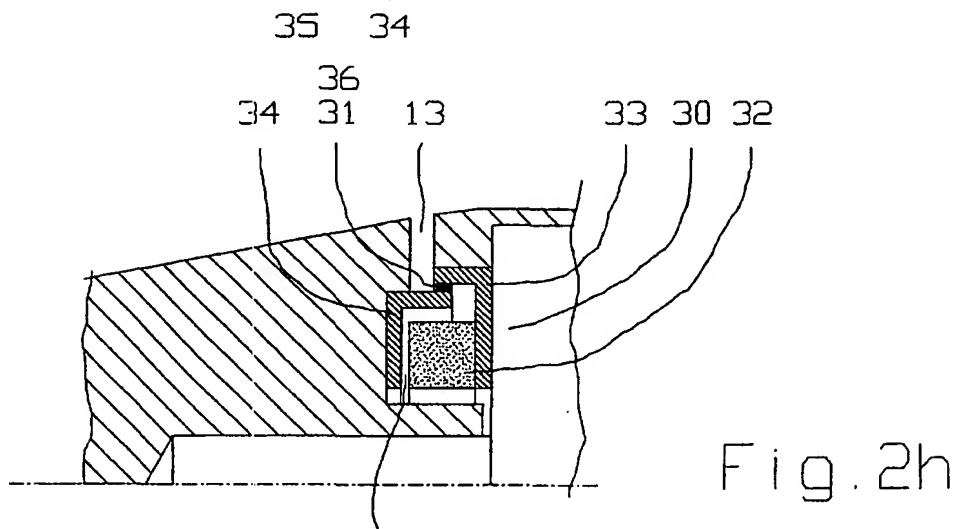
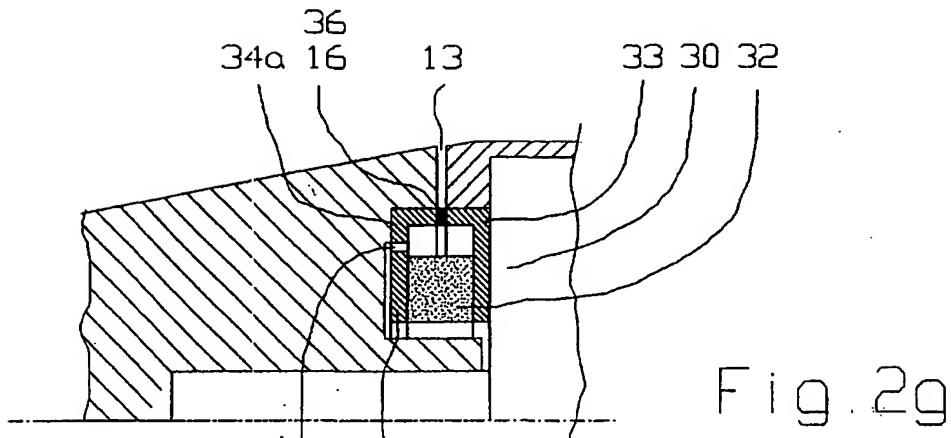


Fig. 2f

DE 200 07 581 U1

B 19.04.00

4/5



34
DE 200 07 581 U1

B 19.04.00

5/5

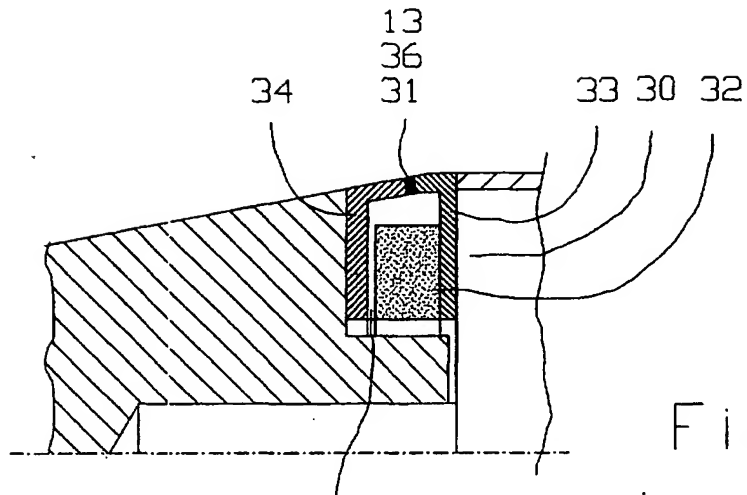


Fig. 2j

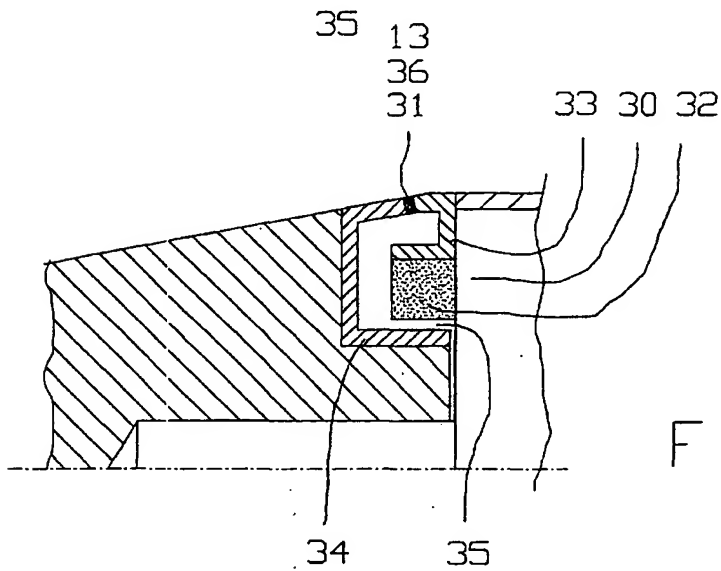


Fig. 2k

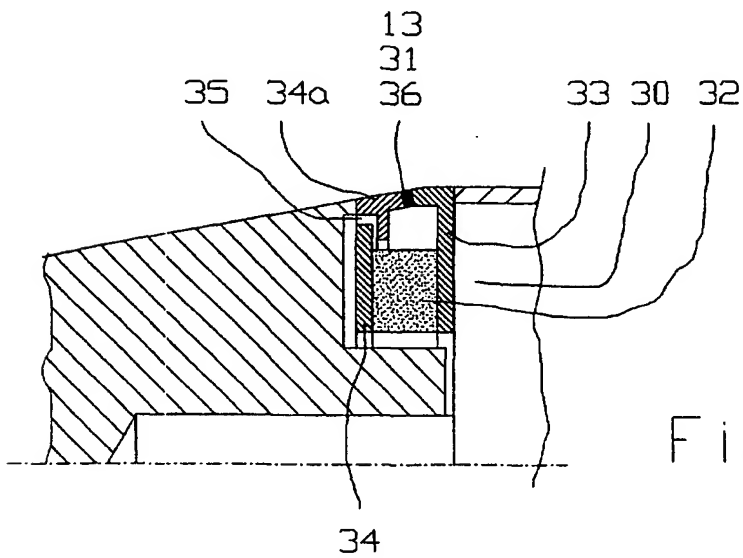


Fig. 2l

DE 200 07 581 U1